

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 03061322 A

(43) Date of publication of application: 18.03.91

(51) Int. Cl

**C21D 8/06**  
**C22C 38/00**  
**C22C 38/40**

(21) Application number: 01194366

(22) Date of filing: 28.07.89

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(72) Inventor: MURATA WATARU  
NAKAO RYUJI  
SUMITOMO HIDEHIKO  
TAKEUCHI HIDEMARO

**(54) PRODUCTION OF AUSTENITIC STAINLESS STEEL EXCELLENT IN DRAWABILITY AND COLD ROLLABILITY**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent the occurrence of breaking of wire and fracture at the time of working into an extra fine wire and foil by means of cold working by subjecting a hot rolling stock composed of austenitic stainless steel with a specific composition to heating and hot rolling under specific conditions and forming contained nonmetallic inclusions into stretchable inclusions with a specific composition.

**CONSTITUTION:** A hot rolling stock of austenitic stainless steel which has a composition containing, by

weight, 0.005-0.10% C, 0.2-1.0% Si, 0.2-2.5% Mn, 20.045% P, 20.020% S, 6-20% Ni, 15-25% Cr, 0.01-0.10% N, 0.0005-0.005% Al, 0.0001-0.002% Ca, 0.0001-0.001% Mg, and 20.0025% O or further containing 0.5-3.5% Mo and/or Cu is heated at 1000-1300°C for 10min to undergo hot rolling. At this time, nonmetallic inclusions in the hot rolled stock are formed into inclusions composed principally of SiO<sub>2</sub>, MnO, etc., reduced in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content, and having superior stretchability. The above hot rolled stock is annealed, pickled, and cold-drawn or cold-rolled into an extra fine wire or foil shape. By this method, an extra fine wire or foil of the stainless steel free from breaking of wire and fracture can be produced.

**COPYRIGHT:** (C)1991,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報 (A) 平3-61322

⑫ Int. Cl. \*

C 21 D 8/06  
 C 22 C 38/00  
 38/40

識別記号

3 0 2

序内整理番号

B 7139-4K  
 Z 7047-4K

⑬ 公開 平成3年(1991)3月18日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 伸線性ならびに冷間圧延性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼  
 の製造方法

⑮ 特 願 平1-194366

⑯ 出 願 平1(1989)7月28日

⑰ 発明者 村田 亘 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵  
 所内

⑰ 発明者 中尾 隆二 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵  
 所内

⑰ 発明者 住友 秀彦 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵  
 所内

⑰ 出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑰ 代理人 弁理士 青木 朗 外4名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

伸線性ならびに冷間圧延性に優れたオース  
 テナイト系ステンレス鋼の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 重量%にて

C : 0.005~0.10% , Si : 0.2~1.0% ,  
 Mn : 0.2~2.5% , P ≤ 0.045% , S ≤ 0.020% ,  
 Ni : 6~20% , Cr : 15~25% , N : 0.01~0.10% ,  
 Al : 0.0005~0.005% , Ca : 0.0001~0.002% ,  
 Mg : 0.0001~0.001% , O ≤ 0.0025%

を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなる  
 オーステナイト系ステンレス鋼の熱間圧延素材を、1000°C以上1300°C  
 以下の温度で10分以上加熱した後熱間圧延することにより、熱間圧延材における  
 非金属介在物の組成を、重量%にて

SiO<sub>2</sub> : 20~60% , MnO : 10~65% ,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0~15% , CaO ≤ 30% , MgO ≤ 10%

とすることを特徴とする伸線性ならびに冷間圧延  
 性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼の製造

方法。

2. 重量%にて

C : 0.005~0.10% , Si : 0.2~1.0% ,  
 Mn : 0.2~2.5% , P ≤ 0.045% , S ≤ 0.020% ,  
 Ni : 6~20% , Cr : 15~25% , N : 0.01~0.10% ,  
 Al : 0.0005~0.005% , Ca : 0.0001~0.002% ,  
 Mg : 0.0001~0.001% , O ≤ 0.0025%

を含有し、さらにMn : 0.5~3.5%およびCa :  
 0.5~3.5%の1種または2種を含有し、残部Fe  
 および不可避的不純物からなるオーステナイト系  
 ステンレス鋼の熱間圧延素材を、1000°C以上1300  
 °C以下の温度で10分以上加熱した後熱間圧延する  
 ことにより、熱間圧延材における非金属介在物の  
 組成を、重量%にて

SiO<sub>2</sub> : 20~60% , MnO : 10~65% ,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0~15% , CaO ≤ 30% , MgO ≤ 10%

とすることを特徴とする伸線性ならびに冷間圧延  
 性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼の製  
 造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は伸線加工により超極細線とし、あるいは冷間圧延により箔とするためのオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

化学工業用フィルターあるいは雄雌強化複合材料用原料にオーステナイト系ステンレス鋼の超極細線が使用されている。その直径は $50\mu\text{m}$ 以下であり、断面が真円形で、かつ高耐食性のものが要求される。従来、断面が真円形の超極細線は伸線加工によって製造されており、材料には汎用のSUS304あるいはSUS316が使用されていた。

ところで、超極細線の製造に際しては、伸線加工が強度の冷間加工であること、線が微小直径であることから基本材質以外に非金属介在物が伸線加工性に大きく影響してくる。非金属介在物の多い、すなわち清浄度の悪い材料では伸線途中で断線が生じ、所要の線径を得ることができないかある。

テナイト系ステンレス鋼が強く要求されている。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、高歩留りで超極細線に伸線加工でき、また、高歩留りで極薄箔に冷間圧延できる耐食性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼を生産性良く製造することを目的とする。

## 〔課題を解決するための手段および作用〕

本発明に係わる伸線性ならびに冷間圧延性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼の製造法は、重量%にて

C : 0.005~0.10% , Si : 0.2~1.0% ,  
Mn : 0.2~2.5% , P  $\leq$  0.045% , S  $\leq$  0.020% ,  
Ni : 6~20% , Cr : 15~25% , N : 0.01~0.10% ,  
Al : 0.0005~0.005% , Ca : 0.0001~0.002% ,  
Mg : 0.0001~0.001% , O  $\leq$  0.0025%

を含有し、さらに必要に応じてMo : 0.5~3.5% およびCu : 0.5~3.5%の1種または2種を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなるオーステナイト系ステンレス鋼の熱間圧延素材を、

あるいは製品歩留まりが低くなり製造上の大きな問題点である。

また、近年、OA機器等各種電子機器用部品へのオーステナイト系ステンレス箔の適用が急速に増加してきている。これに伴い、材料の信頼性に対する要求は一段と厳しくなっている。

オーステナイト系ステンレス箔は冷間圧延によって製造されるため、非金属介在物の存在は微小割れあるいは表面疵等の欠陥を誘発すると共に、機械的性質あるいは疲労特性の低下をも招くため大きな問題である。

従って、有害な非金属介在物を積極的に低減する方策が試みられ、この結果、溶解原料を厳しく管理するとともに超高真空化あるいはESR等による多数回のリメルトによる製法がとられている。

しかしながらこれらの方法では生産性が低く、製造コストも高い等の欠点がある。

最近、軽薄短小の趨勢の中で極細ステンレス線およびステンレス箔の需要がますます増大する中で伸線加工性ならびに冷間圧延性に優れたオース

テナイト系ステンレス鋼の熱間圧延素材を、1000°C以上1300°C以下の温度で10分以上加熱した後熱間圧延することにより、熱間圧延材における非金属介在物の組成を、重量%にて

SiO<sub>2</sub> : 20~60% , MnO : 10~65% ,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0~15% , CaO  $\leq$  30% , MgO  $\leq$  10%  
とすることを特徴とする。

本発明における成分限定期由は次の通りである。

C , N : 伸線あるいは冷間圧延（以下冷間加工と言う）時の延・韌性の点からはC , Nは共に低い方が好ましい。しかしながら、C , Nを低めることはオーステナイト相が不安定となり、凝固時に $\alpha$ 相を生成すること、さらに伸線加工時にマルテンサイ相を生成し、いずれにおいてもマトリックスの加工性を低下する。また、C , Nを低めることは精練時間の延長をきたし、製造コストのアップになる。従って、Cは0.005~0.10%とし、Nは0.01~0.10%とした。

Si : Siは、介在物を冷間加工にて延伸・分断する組成に調整するためには0.2%以上必要であ

るが、1.0%を越えて多量に含有すると、 $\text{SiO}_2$ 系の硬質酸化物を形成し、冷間加工性を低下する。よって、 $\text{Si}$ 含有量は0.2~1.0%とした。

$\text{Mn}$  :  $\text{Mn}$ は鋼中 $\text{S}$ と $\text{MnS}$ を生成し、冷間加工性を改善する。また、オーステナイト相を安定化し、冷間加工性を向上する。これらの作用を有効ならしめるためには0.2%以上が必要である。一方、必要量以上に含有量が高くなると固溶硬化により材料の韌性が低下する。よって、 $\text{Mn}$ の上限は2.5%とした。

$\text{S}, \text{P}$  :  $\text{S}, \text{P}$ は冷間加工性、伸線加工性のいずれの面からも低い程好ましいものであるが、通常の原料から不可避的に混入してくるので、 $\text{S}$ 含有量は0.020%以下とし、 $\text{P}$ 含有量は0.045%以下とした。

$\text{Ni}$  :  $\text{Ni}$ は鋼のオーステナイト域を拡大し常温にて安定したオーステナイト組織とするのに必須であり、併せて、鋼の延・韌性を向上させるためには6%以上は必要である。一方、20%を越えて含有すると冷間加工時の強度不足を来たし、伸線

加工における断線率および冷間圧延における箔の破断率が増加するばかりでなく、高価になってしまふ。よって、 $\text{Ni}$ 含有量は6~20%とした。

$\text{Cr}$  :  $\text{Cr}$ は安定した耐食性を得るため、また冷間加工時の加工発熱下での強度の確保のために15%以上が必要である。一方、25%を越えると $\delta$ 相を形成し、冷間加工性を低下させる。よって、 $\text{Cr}$ 含有量は15~25%とした。

$\text{Mo}$  :  $\text{Mo}$ は耐食性の確保と冷間加工時の加工発熱下での強度を確保するため、0.5%以上必要に応じて添加するが、多量に含有することは冷間加工性の低下を来たすとともに高価になる。よって、 $\text{Mo}$ は0.5~3.5%とした。

$\text{Cu}$  :  $\text{Cu}$ は耐食性の確保と延性を向上させるため、0.5%以上必要に応じて添加するが、多量に含有すると冷間加工性が低下する。よって、 $\text{Cu}$ は0.5%~3.5%とした。

$\text{Al}, \text{Mg}, \text{Ca}$  : これらはいずれも単独で存在すると鋼中に硬質の酸化物系介在物を形成し、鋼の清浄性を悪くし、冷間加工性を大幅に低下する

ため、高清浄性を確保するためには低い程好ましい。しかしこれらは溶解原料あるいは耐火物から単独で不可避的に混入する恐れがある。従って、本発明においては、 $\text{Al}$ を0.0005~0.005%， $\text{Mg}$ を0.0001~0.001%， $\text{Ca}$ を0.0005~0.002%の範囲で複合添加することにより、高清浄化とともに、冷間加工時に介在物が延伸・分断され易くする。

上記組成に調整されたオーステナイト系ステンレス鋼の冷間圧延素材を1000°C以上1300°C以下の温度で10分以上加熱した後、冷間圧延することにより、冷間圧延材における介在物の組成を重量%にて

$\text{SiO}_2$  : 20~60%， $\text{MnO}$  : 10~65%。

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0~15%， $\text{CaO} \leq 30\%$ ， $\text{MgO} \leq 10\%$

とする。介在物の組成がこの範囲をはずれると超極細線あるいは箔への冷間加工時に介在物起因の断線あるいは破断が生じるおそれがある。

冷間圧延素材は、超極細線用としてはビレット、箔用としてはスラブであり、いずれも連続鍛造されたもの、あるいは分塊圧延されたもののいずれ

でも良い。冷間圧延材は、超極細線用としては線材、箔用としては冷間圧延鋼帶である。

本発明によって得られた線材あるいは冷間圧延鋼帶は、マトリックスが延性および韌性に優れ、超極細線への伸線加工あるいは箔への冷間圧延時に非金属介在物が延伸し、かつ分断し易いので、断線あるいは破断が生じ難い。

#### 〔実施例〕

##### 実施例1

第1表に本実施例に供したオーステナイト系ステンレス鋼の化学成分を示した。

これらの鋼を真空溶解ならびに電子ビーム溶解法にて溶解し、線材圧延用ビレットを製造した。

該ビレットをビレット加熱炉にて1100°C×60分加熱後、線材圧延し、5.5mmの線材とした。圧延された線材は焼純および酸洗を行った後、一旦1.8mmまで伸線した後、光輝焼純を施し、さらに0.5mmまで伸線した。0.5mmに伸線された中間線を光輝焼純した後、極細線への伸線加工に供

した。

極細伸線は18~20パス連続伸線になるように、平均減面率8~10%でダイススケジュールを設定し、線径20μmまで伸線して製造した。潤滑は市販の湿式潤滑油を用いた。

伸線加工性は、重量55kgの0.5mmφ素線から線径20μmまで伸線し、最初の断線を生じた時に得られた20μmφ線の重量で評価した。

第2表は5.5mmφ線材における、酸化物系非金属介在物20ヶの平均組成ならびに3μm以上の大きさを有する酸化物系非金属介在物の単位面積当たりの個数と伸線加工性の関係を示したものである。

〔O〕量を制限し、非金属介在物組成を調整した本発明例(№1~№16)は、3μm以上の大きさの酸化物系非金属介在物の個数が少なく、1断線当たりに得られる20μmφの極細ステンレス線の伸線量が圧倒的に多いことがわかる。これに対して、比較例の№17および№21鋼は〔O〕量が高いために、また、№18~№20は非金属介在物組成が調整されていないがために、さらに、№22~№24は〔O〕

量が高くかつ非金属介在物が調整されていないために、いずれも3μm以上の介在物個数が多く、1断線当たりの伸線量は低い。

第1表

No	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ca	Mg	O	N	区分
1	0.007	0.45	1.57	0.028	0.001	10.38	18.34	0.12	0.14	0.003	0.0003	0.0002	0.0023	0.0296	
2	0.030	0.41	1.88	0.018	0.002	10.93	19.34	0.09	0.12	0.003	0.0003	0.0002	0.0020	0.0325	
3	0.024	0.38	1.37	0.025	0.001	11.02	18.59	0.36	0.19	0.002	0.0002	0.0003	0.0011	0.0337	
4	0.078	0.73	0.29	0.018	0.002	8.38	19.65	0.05	0.08	0.004	0.0004	0.0003	0.0017	0.0431	
5	0.030	0.52	2.05	0.019	0.007	6.97	15.75	0.09	0.12	0.001	0.0001	0.0001	0.0020	0.0875	
6	0.048	0.39	2.27	0.015	0.002	7.38	17.52	0.08	0.32	0.001	0.0002	0.0001	0.0023	0.0755	
7	0.044	0.27	2.22	0.018	0.001	9.82	19.26	0.11	0.07	0.001	0.0007	0.0006	0.0009	0.0211	本発明例
8	0.010	0.57	1.13	0.017	0.002	18.91	23.53	0.07	0.11	0.001	0.0008	0.0003	0.0015	0.0307	
9	0.006	0.45	1.91	0.012	0.001	19.16	24.37	0.25	0.09	0.002	0.0003	0.0001	0.0020	0.0292	
10	0.015	0.33	0.85	0.015	0.013	11.22	17.25	0.18	0.15	0.002	0.0004	0.0001	0.0010	0.0355	
11	0.011	0.45	1.93	0.020	0.001	10.36	18.34	0.79	2.14	0.003	0.0002	0.0003	0.0018	0.0437	
12	0.032	0.41	1.88	0.018	0.002	10.93	19.34	2.53	0.12	0.002	0.0003	0.0001	0.0007	0.0325	
13	0.027	0.38	1.63	0.012	0.012	11.02	18.59	3.36	0.19	0.002	0.0005	0.0001	0.0015	0.0238	
14	0.021	0.53	0.87	0.008	0.002	8.38	19.65	0.25	1.08	0.004	0.0010	0.0005	0.0017	0.0398	
15	0.037	0.38	1.77	0.019	0.003	11.93	18.28	2.25	3.16	0.001	0.0011	0.0002	0.0020	0.0325	
16	0.042	0.41	1.89	0.015	0.002	12.07	17.92	2.58	0.12	0.002	0.0003	0.0001	0.0013	0.0452	

第 1 表 (つづき)

N <sub>b</sub>	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ca	Al	Ca	Mg	O	N	区分
17	0.030	0.41	1.15	0.028	0.019	10.36	18.16	0.41	0.18	0.002	0.0005	0.0002	0.0032	0.0521	
18	0.028	0.45	1.87	0.009	0.001	10.93	19.32	0.09	0.17	0.008	0.0010	0.0001	0.0021	0.0288	
19	0.041	0.29	1.23	0.017	0.010	11.13	18.74	0.15	0.11	0.004	0.0030	0.0001	0.0018	0.0318	
20	0.033	0.53	1.89	0.012	0.001	12.05	19.38	0.25	0.21	0.003	0.0005	0.0015	0.0013	0.0229	比較例
21	0.052	0.71	1.88	0.015	0.002	9.92	19.34	0.13	0.22	0.001	0.0004	0.0002	0.0051	0.0431	
22	0.044	0.43	1.84	0.018	0.001	9.82	19.26	2.87	0.07	0.001	0.0005	0.0008	0.0037	0.0219	
23	0.027	0.57	1.13	0.009	0.002	11.97	18.13	0.29	3.13	0.006	0.0004	0.0003	0.0035	0.0412	
24	0.035	0.43	1.67	0.020	0.002	10.95	18.36	2.15	3.06	0.009	0.0009	0.0002	0.0029	0.0356	

## 実施例 2

第3表に、溶圧延に供した本実施例のオーステナイト系ステンレス鋼の化学成分を示した。

真空溶解法により溶製したスラブを1200°C × 20分加熱後、熱間圧延を行い、4mm厚のステンレス鋼帶とした。該ステンレス鋼帶を素材として、50μm厚の溶圧延を行い、得られたオーステナイト系ステンレス溶の表面欠陥を調査した。

結果を第4表に示す。

本発明例No.25は、表面欠陥が全く認められないのに対して、比較例No.26には肉眼判定可能な割れが0.1個/mm<sup>2</sup>発生している。割れ部にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度の高い酸化物系非金属介在物が認められた。

N <sub>b</sub>	非金属介在物組成(wt%)				3μm以上 の酸化物個数 (個/cm <sup>2</sup> )	1断続当り の平均重量 (kg)	区分	
	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO				
1	40.3	27.8	10.1	15.3	6.5	2	33.7	本発明例
2	37.6	30.8	10.1	16.1	6.5	1	38.1	
3	35.7	38.1	9.7	13.5	5.8	0	49.3	
4	48.5	19.9	5.4	18.8	7.3	1	37.8	
5	30.5	58.7	13.2	3.3	7.6	0	45.3	
6	33.2	50.7	3.9	10.3	3.2	0	40.2	
7	24.1	41.5	4.5	20.6	2.7	0	49.7	
8	45.3	21.3	6.8	21.4	9.3	1	46.3	
9	40.7	39.1	7.2	8.4	5.2	1	42.4	
10	36.5	42.5	6.7	10.2	4.6	0	47.1	
11	43.1	34.1	9.7	7.8	5.3	0	45.0	
12	35.9	44.3	8.4	10.5	0.9	1	39.5	
13	39.1	33.4	7.9	18.3	1.2	0	50.3	
14	34.2	34.8	8.8	20.2	2.0	1	44.7	
15	25.6	43.9	7.2	19.6	3.7	1	43.2	
16	35.4	44.0	7.6	8.5	4.5	1	39.6	
17	38.5	33.3	10.3	11.2	6.7	4	10.3	比較例
18	7.3	40.5	35.9	15.5	0.8	6	5.4	
19	11.6	20.6	13.0	50.4	5.4	8	3.1	
20	43.2	15.3	7.7	6.3	27.5	5	3.7	
21	50.3	25.9	8.6	10.0	5.2	7	2.9	
22	9.6	48.1	8.5	13.1	20.7	5	3.4	
23	10.3	44.5	30.0	8.9	6.3	8	1.9	
24	9.7	35.1	39.3	10.3	5.6	7	2.7	

第 3 表

No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ca	Mg	O	N	区分
25	0.021	0.41	1.75	0.018	0.002	10.12	17.26	0.18	0.15	0.002	0.0005	0.0001	0.0009	0.0341	本発明例
26	0.028	0.45	1.87	0.023	0.003	10.53	17.32	0.09	0.17	0.006	0.0009	0.0002	0.0034	0.0298	比較例

第 4 表

No.	非金属介在物組成(wt%)					溶表面の 疵個数 (個/m <sup>2</sup> )	疵部の非金属介在物
	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO		
25	38.3	45.2	5.8	6.4	4.3	0	—
26	12.5	39.9	32.6	9.8	5.2	0.1	MnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -CaO-MgO

## 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明により製造したオーステナイト系ステンレス鋼は、既存の技術で容易に、且つ安価に製造できるため、オーステナイト系極細線においては化学工業用各種フィルターを始め、複合材料用繊維原料に適用でき、また、冷間加工性が極めて良好になるため、ステンレス溶用素材や複雑形状に加工される板材等、広い分野に応用できるため、その産業上への貢献は極めて大である。

## 特許出願人

新日本製鐵株式会社

## 特許出願代理人

弁理士 齋 木 朗  
 弁理士 西 謙 和 之  
 弁理士 石 田 敬  
 弁理士 山 口 昭 之  
 弁理士 西 山 雅 也

第1頁の続き

②発明者 竹内 英麿 山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵  
所内